

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-164562

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl.

H02M 7/217

F25B 1/00

H02M 7/10

H02M 7/48

(21)Application number : 10-153021

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 02.06.1998

(72)Inventor : KATO YUJI  
IGARASHI TADAYUKI  
MAEJIMA AKIHIRO  
YAMASHITA TETSUJI

(30)Priority

Priority number : 09258946

Priority date : 24.09.1997

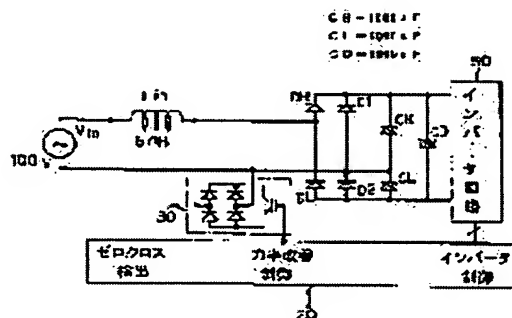
Priority country : JP

## (54) POWER CONVERTER AND AIR CONDITIONER USING THE SAME

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a power converter which can improve power source power factor and also make power supply higher harmonics waves comply with the IEC standard or bring it sufficiently close to that, and an air-conditioner using the converter.

**SOLUTION:** A power converter comprises a forward converter which rectifies and smoothes the AC voltage supplied from an AC power source and converts it into a DC voltage, an inverter circuit 50 which converts the converted DC voltage into a AC voltage and supplies it to a load, a reactor Lin which is connected in series to the power source side of the forward converter, and a step-up circuit 30 which forcibly short-circuits the AC power via the reactor Lin, and the short circuit current application time of the step-up circuit 30 is set, depending on the difference of any one or plural of the voltage of the AC power source, the inductance of the reactor, the circuit constitution of the forward converter, and the input power. An air-conditioner is so constituted as to drive the compressor to form a freezing cycle, using this power converter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of said rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of said AC power supply compulsorily through said reactor, It has the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of said booster circuit, and said AC power supply is a 100V class power source. The inductance of said reactor by 4-8mH It is the power converter characterized by said control section carrying out short circuit energization of said AC power supply in the range of 1.5 - 3.5msec when said input power is less than [ 2000W ], including the capacitor for voltage doublers with the capacity said whose rectification sections are a voltage doubler rectifier circuit and 600-1000 micro F.

[Claim 2] The alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of said rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of said AC power supply compulsorily through said reactor, It has the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of said booster circuit, and said AC power supply is a 200V class power source. The inductance of said reactor by 8-20mH It is the power converter characterized by said control section carrying out short circuit energization of said AC power supply in the range of 1.5 - 3.5msec when input power is less than [ 2000W ], including the smoothing capacitor in which said rectification section had a full wave rectifier circuit and the capacity of 1400-1800 micro F.

[Claim 3] The alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of said rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of said AC power supply compulsorily through said reactor, The power converter characterized by choosing and using the thing of 14-20mH as said reactor when it has the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of said booster circuit, said AC power supply is a 200V class power source and input power is 2000-4000W.

[Claim 4] Using the thing of 16mH(s) as said reactor, said control section carries out short circuit energization of said AC power supply in the range of about 2.0-2 and 5msec, when input power is 2000W. When input power is 4000W, short circuit energization of said AC power supply is carried out in the range of 3.0 - 3.5msec. The power converter according to claim 3 with which only time amount which carried out linear interpolation of these short circuit resistance welding times in the value in the middle of input power being 2000-4000W is characterized by carrying

out short circuit energization of said AC power supply.

[Claim 5] The alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of said rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of said AC power supply compulsorily through said reactor, So that it may have the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of said booster circuit and the synthetic inductance at the time of a series connection may become a predetermined value as said reactor The power converter characterized by at least one of a configuration, an inductance, and resonant frequencies using two or more equal reactors substantially.

[Claim 6] The power converter according to claim 5 characterized by choosing and using that whose synthetic inductance of two or more of said reactors is 14-20mH when said AC power supply is a 200V class power source and input power is 2000-4000W.

[Claim 7] The power converter according to claim 5 or 6 characterized by connecting said 2nd reactor to the power-source path of another side in which connect said 1st reactor to a power-source path, and while an inductance and a resonant frequency connect said rectification section to said AC power supply using the 1st equal reactor and 2nd equal reactor substantially connects said rectification section to said AC power supply.

[Claim 8] The power converter according to claim 1 to 7 characterized by short-circuiting again only time amount shorter than said predetermined time after carrying out a predetermined time short circuit by the above-mentioned booster circuit.

[Claim 9] The air conditioner characterized by driving the compressor which forms a refrigerating cycle using a power converter according to claim 1 to 7.

[Claim 10] The air conditioner according to claim 9 characterized by stopping said compressor after suspending short circuit energization actuation of said booster circuit at the time of shutdown.

[Claim 11] It is the air conditioner according to claim 9 or 10 which is equipped with a current detection means to detect an input current, and is characterized by said control section preparing the section which holds uniformly the frequency which makes said limiting value an upper limit at a side with a current smaller than said limiting value while reducing the power line period which drives said compressor, when the limiting value which the input current defined beforehand is exceeded.

[Claim 12] The air conditioner according to claim 11 characterized by for the minimum of the section which holds said frequency uniformly being the start point of frequency fixed control, and being a canceling point.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the air conditioner using the power converter and this which change into rectification the alternating voltage supplied from AC power supply, carry out smoothness, change into alternating voltage the direct current voltage which changed into direct current voltage and was changed, and are supplied to a load.

[0002]

[Description of the Prior Art] While connecting a reactor to an AC-power-supply path as a power converter (the mass power converter which changes into direct current voltage the alternating voltage supplied from AC power supply, transforms into an PWM electrical potential difference further, and is supplied to a load, 400W [ for example, ], and 5kW) in order to aim at improvement in a power-factor, and reduction of a power-source higher harmonic (distortion of a current wave form), there is a power converter of the passive filter method which rectifies the alternating current obtained through this reactor in a voltage doubler rectifier circuit.

[0003] Drawing 17 is the circuit diagram showing the configuration of the power converter of the inverter equipment used for the air conditioner which uses AC power supply as a 100V class power source, i.e., the passive filter method which carries out capacity control of the motor for refrigerating cycle actuation. The end of Reactor Lin is connected to the end of AC power supply Vin in this drawing. The other end of this reactor Lin is connected to the mutual junction of the diodes DH and DL by which the series connection was carried out. The series-connection circuit of diodes D1 and D2 and the series-connection circuit of Capacitors CH and CL are connected to juxtaposition in the series-connection circuit of these diodes DH and DL. And while the other end of AC power supply Vin is connected to the Point of Interface of diodes D1 and D2, it connects with the Point of Interface of the capacitors CH and CL called the capacitor for voltage doublers.

[0004] Moreover, smoothing capacitor CD is connected to the ends of the series-connection circuit of Capacitors CH and CL, and the ends electrical potential difference of this smoothing capacitor CD is supplied to an inverter circuit 50.

[0005] Here, supposing the load connected to an inverter circuit 50 is about 1.8kW, that whose capacitance that whose capacitance the thing of 6.2mH(s) is 360 micro F as capacitors CH and CL for voltage doublers as a reactor Lin for an inductance is 1600 micro F as smoothing capacitor CD will be used, respectively.

[0006] And in the forward half cycle of AC power supply Vin, Capacitor CH is charged through Diode DH, and Capacitor CL is charged through Diode DL in a negative half cycle. Therefore, the sum of the charge electrical potential difference of Capacitor CH and the charge electrical potential difference of Capacitor CL is impressed to smoothing capacitor CD, and the voltage doubler of AC power supply Vin is supplied to an inverter circuit 50. In addition, diode D1 forms a discharge circuit so that reverse charge of the capacitor CH may not be carried out in early stages of charge, and similarly, diode D2 forms the discharge circuit so that reverse charge of the capacitor CL may not be carried out in early stages of charge. In addition, the diodes DH, DL, D1, and D2, the capacitors CH and CL for voltage doublers, and smoothing capacitor CD which

were shown in drawing 17 constitute the rectification section of this invention, and the inverter circuit 50 constitutes the inverse transformation section.

[0007] When a compressor driving motor is driven using this power converter, the power-source higher harmonic shown in drawing 18 with the current value occurs. It is what combined this drawing with the specification of the class E of IEC (Electrotechnical International Commission), and was shown, and when each frequency component compares Currents  $I$  (Lin) and  $I$  (IEC), the 3rd harmonic content of  $I$  (Lin) is turning around it of  $I$  (IEC) the top. Although it was possible to use the larger reactor of an inductance in order to have reduced this 3rd harmonic content, there was a problem that equipment was enlarged in this case.

[0008] Moreover, in the power converter illustrated to drawing 17, since the power-source power-factor was comparatively as low as about 93%, the alternating current input current increased according to buildup of a load, and it was easy to reach the limiting value which the current value defined beforehand, therefore the limit was added to the rotational frequency of a compressor etc. in many cases.

[0009] Drawing 19 is the circuit diagram showing the configuration of the power converter of the inverter equipment used for the air conditioner which sets an AC-power-supply electrical potential difference to 200V, i.e., the passive filter method which carries out capacity control of the motor for refrigerating cycle actuation. In this drawing, parallel connection of the series-connection circuit of diodes D3 and D4 is carried out to the ends of the series-connection circuit of diodes D1 and D2, and the well-known full wave rectifier circuit is formed in them. Among these, the end of AC power supply  $V_{in}$  is connected to the Point of Interface of diodes D1 and D2, and the other end of AC power supply  $V_{in}$  is connected to the Point of Interface of diodes D3 and D4. And while the capacitor CP for power factor improvement is connected to the ends of a diode series-connection circuit, through Reactor Lin and the antisuckback diode DB, smoothing capacitor CD is connected and the ends electrical potential difference of this smoothing capacitor CD is supplied to an inverter circuit 50.

[0010] Drawing 20 is what showed the electrical potential difference of 1 cycle of the power converter shown in drawing 19, and the current wave form. Even if an energization angle is 110 degrees, a power-factor is only 90%, and it compares with the case where AC power supply is a 100V class power source. When it was comparable input power, an alternating current input current could not reach limiting value easily with the natural thing, but the power-factor was lower than the case of a 100V class power source, in order to improve this, the bigger reactor than that of an inductance had to be used and enlargement of equipment was not avoided too.

[0011] While this invention was made in order to solve the above-mentioned technical problem, and it raises a power-source power-factor, it is in offering the air conditioner which used for IEC standards adaptation or the power converter which can fully be brought close, and this for the power-source higher harmonic.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Invention concerning claim 1 the alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of the rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of the AC power supply compulsorily through a reactor, It has the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of a booster circuit, and AC power supply is a 100V class power source. The inductance of a reactor by 4-8mH It is the power converter characterized by a control section carrying out short circuit energization of the AC power supply in the range of 1.5 - 3.5msec, including the capacitor for voltage doublers with the capacity whose rectification sections are a voltage doubler rectifier circuit and 600-1000 micro F when input power is less than [ 2000W ].

[0013] Invention concerning claim 2 the alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct

current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of the rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of the AC power supply compulsorily through a reactor, It has the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of a booster circuit, and AC power supply is a 200V class power source. The inductance of a reactor by 8-20mH It is the power converter characterized by a control section carrying out short circuit energization of the AC power supply in the range of 1.5 - 3.5msec, including the smoothing capacitor in which the rectification section had a full wave rectifier circuit and the capacity of 1400-1800 micro F when input power is less than [ 2000W ].

[0014] Invention concerning claim 3 the alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of the rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of the AC power supply compulsorily through a reactor, When it has the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of a booster circuit, AC power supply is a 200V class power source and input power is 2000-4000W, it is the power converter characterized by choosing and using the thing of 14-20mH as a reactor.

[0015] Invention concerning claim 4 uses the thing of 16mH(s) as a reactor in a power converter according to claim 3. A control section carries out short circuit energization of the AC power supply in the range of about 2.0-2 and 5msec, when input power is 2000W. When input power is 4000W, short circuit energization of the AC power supply is carried out in the range of 3.0 - 3.5msec, and in the value in the middle of input power being 2000-4000W, only time amount which carried out linear interpolation of these short circuit resistance welding times is characterized by carrying out short circuit energization of the AC power supply.

[0016] Invention concerning claim 5 the alternating voltage supplied from AC power supply Rectification and the rectification section which carries out smoothness and which is changed into direct current voltage, The inverse transformation section which changes the changed direct current voltage into alternating voltage, and is supplied to a load, The reactor connected to the power-source side of the rectification section at the serial, and the booster circuit which carries out short circuit energization of the AC power supply compulsorily through a reactor, So that it may have the control section which carries out modification control of the short circuit resistance welding time of a booster circuit and the synthetic inductance at the time of a series connection may become a predetermined value as a reactor At least one of a configuration, an inductance, and resonant frequencies is the power converter characterized by using two or more equal reactors substantially.

[0017] In a power converter according to claim 5, AC power supply is a 200V class power source, and invention concerning claim 6 is characterized by choosing and using that whose synthetic inductance of two or more reactors is 14-20mH, when input power is 2000-4000W.

[0018] Invention concerning claim 7 is characterized by connecting the 2nd reactor to the power-source path of another side in which connect the 1st reactor to a power-source path, and while an inductance and a resonant frequency connect the rectification section to AC power supply using the 1st equal reactor and 2nd equal reactor substantially connects the rectification section to AC power supply in a power converter according to claim 5 or 6.

[0019] In a power converter according to claim 1 to 7, invention concerning claim 8 is characterized by short-circuiting only time amount shorter than predetermined time again, after carrying out a predetermined time short circuit by the booster circuit.

[0020] Invention concerning claim 9 is an air conditioner characterized by driving the compressor which forms a refrigerating cycle using a power converter according to claim 1 to 8.

[0021] In an air conditioner according to claim 8, after invention concerning claim 10 suspends short circuit energization actuation of a booster circuit at the time of shutdown, it is characterized by stopping a compressor.

[0022] Invention concerning claim 11 is equipped with a current detection means to detect an

input current, in an air conditioner according to claim 9 or 10, and a control section is characterized by establishing the section which holds uniformly the frequency which makes limiting value an upper limit in a side with a current smaller than limiting value while it reduces the power line period which drives a compressor, when the limiting value which the input current defined beforehand is exceeded.

[0023] Invention concerning claim 12 is characterized by for the minimum of the section which holds a frequency uniformly being the start point of frequency fixed control, and being a canceling point in an air conditioner according to claim 11.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail based on a suitable operation gestalt. Drawing 1 is the circuit diagram showing the configuration of the 1st operation gestalt of the power converter concerning this invention. Among drawing, the same sign is given to the same element as drawing 17 which shows conventional equipment, and the explanation is omitted. Here, a booster circuit 30 is connected between the load edge of the reactor Lin connected to the end of AC power supply Vin, and the other end of AC power supply Vin, and the outdoor control section 20 as a control unit constituted including a micro control unit (MCU) has composition which controls detection, and the booster circuit 30 and inverter circuit 50 of a zero crossing point of AC power supply Vin.

[0025] Here, a booster circuit 30 becomes by four diodes by which bridge connection was carried out, and one IGBT, four diodes constitute a full wave rectifier circuit, the ac input edge sees from Reactor Lin, and is connected between the power-source lines by the side of a load, and IGBT is connected to the direct-current outgoing end of a full wave rectifier circuit. Therefore, if the outdoor control section 20 carries out the turn-on of the IGBT, AC power supply Vin will be short-circuited through Reactor Lin, energy is conserved, and if the outdoor control section 20 carries out the turn-off of the IGBT, the energy stored in Reactor Lin will move to the capacitors CH and CL for voltage doublers.

[0026] In this case, if short circuit energization only of the predetermined time amount is carried out from a zero crossing point, the energization angle of a current wave form can extend and a power-factor will improve. In addition, with this operation gestalt, capacity of 1000 micro F and smoothing capacitor CD is set [ the inductance of Reactor Lin ] to 1600 micro F for the capacity of 6mH(s) and the capacitors CH and CL for voltage doublers.

[0027] a supply voltage wave when drawing 2 performs short circuit energization for this power factor improvement — it is the wave form chart in which having combined the current wave form 73 corresponding to 71 with the current wave form 72 when not having a booster circuit, and having shown it. Namely, when the alternating voltage of AC power supply Vin shall have a sinusoidal form and only a certain fixed time amount (henceforth the short circuit resistance welding time) X adds the pressure-up force pulse 81 from the zero crossing point Since a current will come to flow also at the phase section just behind the zero crossing point which was not flowing conventionally although it is impossible to make a current wave form into a perfect sine wave if AC power supply Vin is short-circuited through Reactor Lin The utilization effectiveness of the energization angle of a power-source current of breadth and a power-source current will improve at 160 degrees from 110 degrees, and a power-factor improves. Although the short circuit resistance welding time means that a current wave form is prepared and a suitable value is chosen according to a load or input power, when input power is 1000W so that it may mention later, the value which carried out linear interpolation of such time amount shall be used by about 3.3 msec(s) by about 2 msec(s) and 4000W at the intermediate input power. In addition, since unpleasant noise which is called "G" from a reactor will occur if short circuit energization is carried out by these pressure-up pulses 81, in order to prevent this, the noise-reduction pulse 82 is added to the booster circuit 30 following the pressure-up pulse 81.

[0028] When input power is 2000W, drawing 3 is what showed change of the power-factor at the time of making sequential change connection of the reactor with which inductances differ, by 1mH, it becomes 99% by 6mH about 98%, and has become about 98.5% by 8mH about 94%, at 4mH, and has become a peak price by 6mH especially. This experimental result shows that an inductance should just adopt the reactor of 6mH(s) in the viewpoint that an inductance needs to



use the reactor of 4 or more mHs, and makes a power-factor angle max, in order for input power to make a power-factor 98% or more by 2000W.

[0029] A deer is carried out. AC power supply with a 100V class power source (100V-120V) In order to rectify this in a voltage doubler rectifier circuit, to carry out smoothness with an about 1600-micro F smoothing capacitor and for input power to hold a power-source power-factor to 98% or more in the condition not more than 2000W further It is necessary to set time amount of short circuit energization to 1.5 - 3.5msec using the capacitor for voltage doublers whose inductance is the reactor of 4-8mH and whose capacitance is 600-1400 micro F. In addition, although explanation is omitted, when these circuit constants are adopted, suiting the limit value of the IEC class E is checked by count.

[0030] In this way, while raising a power-source power-factor according to the 1st operation gestalt, the power converter which can fit a power-source higher harmonic to IEC standards is obtained.

[0031] Drawing 4 is the circuit diagram showing the configuration of the 2nd operation gestalt of the power converter concerning this invention. This operation gestalt is an example of a configuration on condition of AC power supply being a 200V class power source (200V-240V), among drawing, gives the same sign to the same element as drawing 19 which shows conventional equipment, and omits that explanation. Here, between the alternating current terminals of the full wave rectifier circuit which comes to carry out bridge connection of the diodes D1-D4 to AC power supply  $V_{in}$ , like the case where supply voltage is 100V, Reactor Lin is connected, further, the ac input edge of a booster circuit 30 is connected between the terminals by the side of the load of Reactor Lin, and IGBT is connected to the direct-current outgoing end of this booster circuit 30. Moreover, the outdoor control section 20 constituted including a micro control unit (MCU) has composition which controls detection of the zero crossing point of AC power supply  $V_{in}$ , and IGBT and the inverter circuit 50 of a booster circuit 30.

[0032] Since the load, i.e., input power, is aimed at the large thing, when the power converter shown in this drawing 4 carries out simulation of the relation between time amount and a current, it comes to be shown in drawing 5 . That is, since the peak value of a current will increase according to buildup of input power and supply voltage will double if a booster circuit 30 is operated, a current wave form serves as a steep slope. Although the power-factor in this case had the power-factor-improvement effectiveness at 94% conventionally that upper limit of whose was 90% as compared with equipment, it was still low.

[0033] then, various values of the inductance of Reactor Lin are boiled, were changed, and the result when an experiment check is carried out, as shows the relation between time amount and a current after simulation to drawing 6 , respectively was obtained. That is, when the value of Reactor Lin was changed in order of  $L1 < L2 < L3$ , while the peak value and the time amount rate of change of a current decreased, since an energization angle also spread in order of  $T1 < T2 < T3$ , it turned out that a power-factor also improves.

[0034] Drawing 7 is the result of measuring using some kinds of reactors with which inductances differ, and shows the relation between the inductance of Reactor Lin, and a power-factor by making input power into a parameter. In this drawing, when input power was 2000W, the inductance of Reactor Lin was changed from about 92.4% to 98.8%, when the power-factor was measured with the typical value from 6mH(s) to 20mH(s), respectively, and when the inductance of Reactor Lin was especially set to 16mH(s), the 99% of the maximum power-factors was reached. Moreover, for considering as 98% or more of power-factors, it is necessary to set Reactor Lin to 14mH-20mH. Furthermore, when input power is 3000W, the inductance of Reactor Lin will be changed from about 88.5% to 98.8%, if a power-factor is measured with the typical value from 6mH(s) to 20mH(s), respectively, and when an inductance uses the thing of 14-20mH as a reactor Lin, a power-factor can be held to 98% or more.

[0035] Carry out a deer and AC power supply rectifies this with a 200V class power source in a full wave rectifier circuit. When input power is 2000-4000W, in order to carry out smoothness with the smoothing capacitor of 1600-micro F (or 1400-1800 micro F) extent, and to hold a power-source power-factor to 98% or more further An inductance needs to set the short circuit resistance welding time to 3 - 3.5msec using the reactor of 14-20mH at the time of about 2.0 to

2.5 msec, and 4000W at the time of input power 2000W.

[0036] Drawing 8 is the graph in which having fixed to the thing of 16mH(s) as a reactor Lin, and having shown the relation between pressure-up pulse width (short circuit resistance welding time) X [ as opposed to the typical value of a before / from 1086W / 2673W / for an input current ], direct current voltage, and a power-factor based on the experimental result mentioned above. Among these, linear relation as indicated to be input power and pressure-up pulse width to drawing 9 is given. Incidentally, if pressure-up pulse width is made into X (msec) and input power PIN (W), the relation of a degree type will be materialized among these.

$$X=0.0005 \times \text{PIN} + 1.41 \quad \text{--- (1)}$$

Pressure-up pulse width X to the input power less than [ 1000W ] and beyond 3000W can be determined from this approximation.

[0037] In addition, it is checked by experiment etc. that this approximation can be applied also when a power source is a 100V class power source, for example, 2.41msec(s) are obtained by 2000W and the calculated value of 1.61msec(s) is acquired by 400W. If it takes into consideration in practice that a certain amount of width of face can be given to such calculated value, it will be thought practical to adopt the pressure-up pulse width of about 1.5 to 3.5 msec to the input power not more than 2000W.

[0038] Drawing 10 is the diagram having shown the relation between the input power in the operation gestalt (200V class power source) of drawing 4 , and direct current voltage and a power-factor. direct current voltage in case a power-factor serves as max by each input power serves as about 1 law by 260V so that clearly from this drawing. If pressure-up pulse width X is conversely controlled so that direct current voltage is set to 260V, this means that the maximum power-factor can be secured to it, and is in it. Moreover, although the power-factor is getting worse with lowering of input power, this is because it calculated by thinking the power-factor of input power 2600W as important, and the improvement is also possible for it by changing the constant of a reactor.

[0039] In the above, while using a full wave rectifier circuit as the rectification section by 200V, the 2nd operation gestalt, i.e., input power electrical potential difference, shown in drawing 4 , although the relation between the input power at the time of using 1600 micro F as a smoothing capacitor, pressure-up pulse width, direct current voltage, and a power-factor was explained, the power-source higher harmonic in this 2nd operation gestalt is explained below.

[0040] After starting quickly and \*\*\*\*\* (ing) once and increasing to maximum continuously after that when the current has gone through predetermined time amount from the zero crossing point in the conventional power converter shown in drawing 19 if an AC-power-supply electrical potential difference changes with a sinusoidal form as shown in drawing 11 , it becomes zero from the following zero crossing point at the event quite before, and zero are maintained until the current of the negative direction flows in the following half cycle. On the other hand, with this operation gestalt which prepares a booster circuit and attains the rate of high tensile, lowering of a current once the start of a current approaches a zero crossing point and increases conventionally as compared with equipment is slight, and after approaching the following zero crossing point fairly moreover, it is zero.

[0041] The electrical-potential-difference current wave form shown in drawing 11 is what showed the case where input power was 2500W, and the higher-harmonic analysis result which shows these current wave forms to drawing 12 when FURIE analysis is carried out is obtained. This combines with the higher-harmonic analysis result of the conventional equipment at supply voltage 200V and input power 2500 W:00, and this operation gestalt, and a domestic relaxation value and the limit value of the IEC class A, and shows. With equipment, it did not conform to the domestic relaxation value conventionally so that clearly from this drawing 12 . However, with this operation gestalt, it turns out that it is substantially improved to equipment conventionally and there are at least 44% or more of allowances from a domestic relaxation value. Although the limit value of the IEC class A was not reached with the analyzed operation gestalt this time, since the specification of IEC itself was [ current ] under deliberation, it did not correspond to IEC standards especially this time. However, suiting the limit value of the IEC class E by the above-mentioned circuit constant is checked by count.

[0042] Drawing 13 is the circuit diagram showing the configuration of the 3rd operation gestalt of the power converter concerning this invention, and pulse-shape drawing of power-factor-improvement control. Among drawing, the same sign is given to the same element as drawing 4, and the explanation is omitted. When this operation gestalt gives the inductance of business, for example, the in DAKUKU wardrobe of 14–20mH, to one reactor as a reactor Lin shown in drawing 4, the oscillating noise is also considered to become large, while that configuration is enlarged and weight increases. Therefore, the manufacture, handling, and reduction of the noise become comparatively difficult.

[0043] As this operation gestalt was made in consideration of these situations and shown in this drawing (a), the 1st reactor Lin1 and 2nd reactor Lin2 are connected to a serial. These 1st reactors Lin1 and the 2nd reactor Lin2 have the inductance of 7.5mH(s), respectively, and the configuration and the resonant frequency use the same thing substantially. Thus, manufacture and handling are easy-ized by using what connected the inductance of two pieces to the serial. Moreover, although, as for the time amount width of face t1 of the pressure-up pulse 81, an inductance is determined corresponding to the reactor of 15mH(s) as shown in this drawing (b), an inductance should just determine the time amount width of face t2 of the noise-reduction pulse 82 corresponding to the reactor of 7.5mH(s).

[0044] In addition, any one of an inductance, a configuration, and the resonant frequencies is the same as the 1st reactor Lin1 and 2nd reactor Lin2. Although a configuration and the reduction effectiveness of weight are not spoiled even if it uses that from which other two differ In order for constraint to have to appear in the design of a device or to have to use the mean value of the optimal value for each reactor for it for the time amount width of face t2 of the noise-reduction pulse 82, It is advantageous to use the equal of \*\* to which the effectiveness of a noise reduction may fall therefore an inductance, a configuration, and a resonant frequency.

[0045] Drawing 14 is the circuit diagram showing the configuration of the 4th operation gestalt of the power converter concerning this invention, and pulse-shape drawing of power-factor-improvement control. Among drawing, the same sign is given to the same element as drawing 13, and the explanation is omitted. As shown in this drawing (a), while connects to AC power supply Vin the full wave rectifier circuit which becomes for diodes D1–D4, the 1st reactor Lin1 is connected to a path, and this operation gestalt connects the 2nd reactor Lin2 to the path of another side, respectively. In this case, an inductance determines the time amount width of face t1 of the pressure-up pulse 81 shown in this drawing (b) corresponding to the reactor of 15mH (s), and an inductance determines the time amount width of face t2 of the noise-reduction pulse 82 corresponding to the reactor of 7.5mH(s). By this, manufacture, handling, and reduction of the noise become easy.

[0046] In addition, with the 4th operation gestalt shown in drawing 14, since the reactor Lin1 and the 2nd reactor Lin2 which have the same inductance were distributed for the power-source path of a couple, there is also an advantage of the ability to make these reactors have the function of the line filter generally called a "common mode filter."

[0047] Drawing 15 is the circuit diagram having shown selectively the overall configuration of the operation gestalt of the air conditioner concerning this invention with a block. This air conditioner becomes with an interior unit and an exterior unit, and has the composition of connecting an interior unit to AC power supply 1. Among these, operating power is supplied to the indoor control section 10 which builds in a micro control unit through a noise filter 2 in an interior unit from AC power supply 1. The drop 8 which displays the louver 7 and operational status which change the direction of the receive section 4 which receives the command from a remote control unit 3, the temperature sensor 5 which detects whenever [ room air temperature ], the indoor fan 6 who circulates a wind through the indoor heat exchanger of a graphic display abbreviation, and blowdown air is connected to the indoor control section 10.

[0048] On the other hand, in an exterior unit, operating power is supplied to the outdoor control section 20 and the compressor driving motor 60 through a noise filter 11 from AC power supply 1 (the feeder to the outdoor control section 20 is omitted for simplification of a drawing). In this case, one outgoing end by the side of the load of a noise filter 11 is connected to one ac input edge of a full wave rectifier circuit 40 through a reactor 12 and the current detector 13, and the

outgoing end of another side by the side of the load of a noise filter 11 is connected to the ac input edge of a full wave rectifier circuit 40. Moreover, the zero cross detector 14 which detects the zero crossing point of alternating voltage between the AC-power-supply lines by the side of the load of the current detector 13 is connected. And the current detecting signal of the current detector 13 and the zero cross detecting signal of the zero cross detector 14 are added to the outdoor control section 20. This outdoor control section 20 is mutually connected between the indoor control sections 10 by the signal line which delivers and receives a signal.

[0049] Moreover, the based live power source 24 and the booster circuit 30 are connected between the AC power supply between full wave rectifier circuits 40 the load side of the current detector 13. The based live power sources 24 are ON and a power source for carrying out off control about a booster circuit 30, and when the outdoor control section 20 adds an ON signal to the light emitting device of a photocoupler 25, they carry out the turn-on of the IGBT of a booster circuit 30 through the photo detector. The outdoor fan 23 who sends in a wind is further connected to the four-way valve 21 which changes the circulation direction of a refrigerant according to operation mode, the temperature sensor 22 which detects the temperature of the outdoor heat exchanger of a graphic display abbreviation, and the outdoor heat exchanger at the outdoor control section 20.

[0050] On the other hand, a smoothing capacitor 41 is connected to the output side of a full wave rectifier circuit 40, and the ends electrical potential difference of this smoothing capacitor 41 is supplied to an inverter circuit 50. The compressor driving motor 60 is connected to the inverter circuit 50.

[0051] Outline actuation of the operation gestalt of the air conditioner constituted as mentioned above is explained below. First, the command of the wind speed of a start up, operation mode, indoor laying temperature, and an indoor fan, a wind direction, etc. is added to the indoor control section 10 through a receive section 4 from a remote control unit 3. While the indoor control section 10 displays operational status etc. on an indicator 8 and performing actuation control of the indoor fan 6 and a louver 7 according to this, the power line period (henceforth a compressor frequency) which drives the compressor driving motor 60 according to the deflection of laying temperature and whenever [ room air temperature ] is calculated, it combines with an operation mode signal, and compressor signalling frequency is transmitted to the outdoor control section 20.

[0052] It controls a four-way valve 21 by the detecting signal of a temperature sensor 22 etc., and performs defrosting operation etc. while the outdoor control section 20 makes a four-way valve 21 an excitation (or un-exciting) condition according to an operation mode signal, controls an inverter circuit 50 according to a compressor frequency and drives the outdoor fan 23. Moreover, the outdoor control section 20 performs amendment of a compressor frequency etc. so that the current detection value by the current detector 13 may not exceed the limiting value set up beforehand. Furthermore, the outdoor control section 20 also performs short circuit energization of AC power supply 1 through the reactor 12 which constitutes a power converter. In this case, the outdoor control section 20 adds the pressure-up pulse and noise-reduction pulse which were mentioned above on the basis of the zero crossing point detected by the zero cross detector 14 to a photocoupler 25. Under the present circumstances, the ON signal of IGBT which constitutes a booster circuit 30 from a based live power source 24 is added, and a booster circuit 30 short-circuits AC power supply 1 through a reactor 12.

[0053] Consequently, while raising a power-source power-factor, IEC standards can be provided with adaptation or the air conditioner which can fully be brought close for a power-source higher harmonic.

[0054] In addition, when it makes it face to suspend operation of an air conditioner and continues operating a booster circuit 30 till shutdown, an electrical potential difference excessive immediately after shutdown is applied to an inverter circuit 50, and there is a possibility of making the component which constitutes this destroying. Then, suppose that it controls to stop a compressor after suspending short circuit energization actuation of a booster circuit at the time of shutdown, if it is in the air conditioner equipped with the booster circuit 30.

[0055] By the way, when AC power supply rectifies this in a voltage doubler rectifier circuit, changes the obtained direct current voltage into alternating voltage by the inverter circuit and supplies a compressor driving motor with a 100V class power source, according to buildup of an air conditioning load, an input current becomes easy to approach limiting value. Then, as shown in drawing 16 (a), when the input current exceeded the current-limiting value A conventionally, the output frequency of an inverter circuit 50 was reduced. Moreover, when the input current declined to the discharge value C set up smaller than a current-limiting value, control which does not add a limit to a frequency and which usually returns to operation was carried out. In addition, the output frequency of an inverter circuit 50 was uniformly held after an input current exceeds limiting value until it fell to the discharge value.

[0056] However, since the output frequency of an inverter circuit 50 was reduced after an input current exceeds limiting value when such control is carried out, the actuation which an input current exceeds limiting value A depending on an air conditioning load, or descends below to the discharge value C will be repeated, and a compressor frequency might not be stabilized.

[0057] In the operation gestalt shown in drawing 15, while making 14.5A lower than this into the starting value B of frequency fixed control supposing the limiting value A of an input current is 15A as shown in drawing 16 (b), it is considering as the discharge value C of frequency fixed control. In this case, it is 70Hz, if an input current increases and the starting value B of frequency fixed control is exceeded, the output frequency, i.e., the compressor wave number, of an inverter circuit. It holds. And it is 70Hz about a compressor frequency. Even if it holds, when an input current exceeds limiting value A, i.e., 15A, a compressor frequency is gradually reduced until an input current falls below in 15A. furthermore, 60Hz up to -- the time of not becoming below the discharge value C, even if it makes it fall -- a compressor frequency -- 60Hz holding -- 60Hz An input current performs control which usually returns to operation in the phase which reached the discharge value C in the condition of having held. In this case, although the difference of the current-limiting value A and the discharge values B and C was set to 0.5A, in consideration of the ease of control, the suitable value below 1.0A is employable well also as 1.0A.

[0058] A repetition of the actuation which a current exceeds limiting value or descends below to a discharge value, i.e., the effectiveness which prevents hunting, is obtained by carrying out control as shown in drawing 16 (b) in this way.

[0059]

[Effect of the Invention] By the above explanation, according to the air conditioner using the power converter and this concerning this invention, so that clearly While connecting a bitter taste torr to a power-source side at a serial in rectifying, carrying out smoothness of the alternating voltage supplied from AC power supply, changing it into direct current voltage, changing this direct current voltage into alternating voltage, and supplying a load The booster circuit which carries out short circuit energization of the AC power supply compulsorily through this reactor is prepared. Since the short circuit resistance welding time of this booster circuit was set up according to any one or two or more differences of the electrical potential difference of AC power supply, the inductance of a reactor, the circuitry of the rectification section which carries out conversion into dc of the alternating current, and input power While raising a power-source power-factor, it becomes possible to fully reduce a power-source higher harmonic.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The circuit diagram showing the configuration of the 1st operation gestalt of the power converter concerning this invention.

[Drawing 2] The electrical potential difference and current wave form Fig. for explaining actuation of the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] The diagram having shown the relation between the inductance of a reactor, and a power-factor in order to explain actuation of the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] The circuit diagram showing the configuration of the 2nd operation gestalt of the power converter concerning this invention.

[Drawing 5] The diagram having shown the relation between time amount and a current in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] The diagram having shown the relation between time amount and a current in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] The diagram having shown the relation between the inductance of a reactor, and a power-factor in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] The graph having shown the relation between input power, pressure-up pulse width, and a power-factor in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] The diagram having shown the relation between input power and pressure-up pulse width in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 10] The diagram having shown the relation between input power, direct current voltage, and a power-factor in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 11] The wave form chart having shown change of the input current to supply voltage in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 12] The graph which showed the relation between the higher-harmonic analysis result of equipment and this operation gestalt, and a domestic relaxation value and the limit value of the IEC class A conventionally in order to explain actuation of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 13] The circuit diagram showing the configuration of the 3rd operation gestalt of the power converter concerning this invention, and pulse-shape drawing of power-factor-improvement control.

[Drawing 14] The circuit diagram showing the configuration of the 4th operation gestalt of the power converter concerning this invention, and pulse-shape drawing of power-factor-improvement control.

[Drawing 15] The circuit diagram showing the configuration of the operation gestalt of the air conditioner which used the power converter concerning the 2nd operation gestalt of this invention for actuation of the compressor which forms a refrigerating cycle.

[Drawing 16] The explanatory view for explaining the current-limiting control in the operation gestalt of the air conditioner concerning this invention.

[Drawing 17] The circuit diagram showing the configuration of the conventional power converter used for an air conditioner.

[Drawing 18] Drawing in which having combined with the specification of the class E of IEC

(Electrotechnical International Commission) the generating condition of the power-source higher harmonic in the case of driving a compressor using the power converter shown in drawing 17 , and having shown it.

[Drawing 19] The circuit diagram showing the configuration of one power converter which is used for an air conditioner, and which will be accepted conventionally.

[Drawing 20] The wave form chart having shown change of the input current to the supply voltage in the case of driving a compressor using the power converter shown in drawing 19 .

[Description of Notations]

Lin, Lin1, Lin2 Reactor

D1-D4 Diode

CH, CL Capacitor for voltage doublers

CD Smoothing capacitor

3 Remote Control Unit

4 Receive Section

5 Temperature Sensor

6 Indoor Fan

7 Louver

8 Drop

10 Indoor Control Section

12 Reactor

13 Current Detector

14 Zero Cross Detector

20 Outdoor Control Section

21 Four-way Valve

22 Temperature Sensor

23 Outdoor Fan

24 Based Live Power Source

25 Photocoupler

30 Booster Circuit

40 Full Wave Rectifier Circuit

50 Inverter Circuit

60 Compressor Driving Motor

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-164562

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 M 7/217

H 0 2 M 7/217

F 2 5 B 1/00

3 6 1

F 2 5 B 1/00

3 6 1 D

H 0 2 M 7/10

H 0 2 M 7/10

Z

7/48

7/48

Y

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-153021

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22) 出願日 平成10年(1998) 6月2日

(72) 発明者 加 藤 裕 二

大阪府茨木市太田東芝町1-6 株式会社  
東芝大阪工場内

(31) 優先権主張番号 特願平9-258946

(72) 発明者 五十嵐 唯 之

静岡県富士市蓼原336 株式会社東芝富士  
工場内

(32) 優先日 平9(1997) 9月24日

(72) 発明者 前 島 章 宏

静岡県富士市蓼原336 株式会社東芝富士  
工場内

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

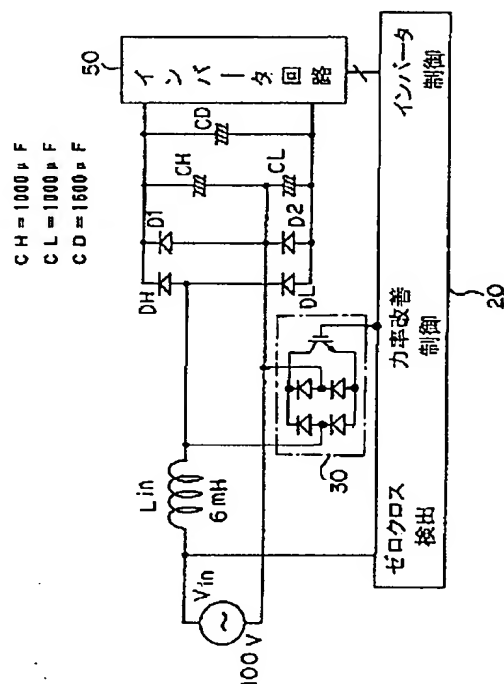
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置及びこれを用いた空気調和機

(57) 【要約】

【課題】 電源力率を向上させると共に、電源高調波を I E C 規格に適合、もしくは、十分に近付けることが可能な電力変換装置及びこれを用いた空気調和機を提供する。

【解決手段】 電力変換装置は、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、リアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、交流電源の電圧、リアクトルのインダクタンス、順変換部の回路構成及び入力電力のいずれか一つ又は複数の相違に応じて昇圧回路の短絡通電時間を設定する。空気調和機は、この電力変換装置を用いて、冷凍サイクルを形成する圧縮機を駆動するように構成したものである。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、

前記順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、

前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、

前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、

前記交流電源が100Vクラス電源であり、前記リアクトルのインダクタンスが4～8mHで、前記順変換部が倍電圧整流回路及び600～1000 $\mu$ Fの容量を持った倍電圧用コンデンサを含み、かつ、前記入力電力が2000W以下であるとき、前記制御部は1.5～3.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させることを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、

前記順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、

前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、

前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、

前記交流電源が200Vクラス電源であり、前記リアクトルのインダクタンスが8～20mHで、前記順変換部は全波整流回路及び1400～1800 $\mu$ Fの容量を持った平滑コンデンサを含み、かつ、入力電力が2000W以下であるとき、前記制御部は1.5～3.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させることを特徴とする電力変換装置。

【請求項3】交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、

前記順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、

前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、

前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、

前記交流電源が200Vクラス電源であり、入力電力が2000～4000Wであるとき、前記リアクトルとして14～20mHのものを選択して用いることを特徴とする電力変換装置。

【請求項4】前記リアクトルとして16mHのものを

い、前記制御部は入力電力が2000Wのとき約2.0～2.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させ、入力電力が4000Wのとき3.0～3.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させ、入力電力が2000～4000Wの途中の値ではこれらの短絡通電時間を直線補間した時間だけ前記交流電源を短絡通電させることを特徴とする請求項3に記載の電力変換装置。

【請求項5】交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、

変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、

前記順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、

前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、

前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、

前記リアクトルとして、直列接続時の合成インダクタンスが所定値になるように、形状、インダクタンス及び固有振動数のうち、少なくとも一つが実質的に等しい複数のリアクトルを用いたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項6】前記交流電源が200Vクラス電源であり、入力電力が2000～4000Wであるとき、前記複数のリアクトルの合成インダクタンスが14～20mHであるものを選択して用いることを特徴とする請求項5に記載の電力変換装置。

【請求項7】インダクタンス及び固有振動数が実質的に等しい第1のリアクトル及び第2のリアクトルを用い、前記交流電源に前記順変換部を接続する一方の電源経路に前記第1のリアクトルを接続し、前記交流電源に前記順変換部を接続する他方の電源経路に前記第2のリアクトルを接続したことを特徴とする請求項5又は6に記載の電力変換装置。

【請求項8】上記昇圧回路により所定時間短絡させた後に、前記所定時間よりも短い時間だけ再度短絡することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の電力変換装置。

【請求項9】請求項1乃至7のいずれかに記載の電力変換装置を用いて、冷凍サイクルを形成する圧縮機を駆動することを特徴とする空気調和機。

【請求項10】運転停止時に、前記昇圧回路の短絡通電動作を停止した後に、前記圧縮機を停止させることを特徴とする請求項9に記載の空気調和機。

【請求項11】入力電流を検出する電流検出手段を備え、前記制御部は入力電流が予め定めた制限値を超えたとき前記圧縮機を駆動する電源周波数を低下させると共に、前記制限値よりも電流の小さい側に前記制限値を上限とする周波数を一定に保持する区間を設けたことを特徴とする請求項9又は10に記載の空気調和機。

【請求項12】前記周波数を一定に保持する区間の下限

が、周波数一定制御の開始点であり、かつ、解除点であることを特徴とする請求項11に記載の空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換し、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する電力変換装置及びこれを用いた空気調和機に関する。

【0002】

【従来の技術】交流電源から供給される交流電圧を直流電圧に変換し、さらにPWM電圧に変換して負荷に供給する大容量の電力変換装置、例えば、400W乃至5KWの電力変換装置として、力率の向上及び電源高調波（電流波形の歪み）の低減を図るべく、交流電源経路にリアクトルを接続すると共に、このリアクトルを介して得られた交流を倍電圧整流回路で整流する、パッシブフィルタ方式の電力変換装置がある。

【0003】図17は交流電源を100Vクラス電源とする空気調和機に使用されるインバータ装置、すなわち、冷凍サイクル駆動用電動機を能力制御するパッシブフィルタ方式の電力変換装置の構成を示す回路図である。同図において、交流電源 $V_{in}$ の一端にリアクトル $L_{in}$ の一端が接続されている。このリアクトル $L_{in}$ の他端は直列接続されたダイオードDHとDLの相互接合点に接続されている。このダイオードDHとDLの直列接続回路に、ダイオードD1とD2の直列接続回路と、コンデンサCHとCLの直列接続回路とが並列に接続されている。そして、交流電源 $V_{in}$ の他端がダイオードD1とD2の相互接続点に接続されると共に、倍電圧用コンデンサと呼ばれるコンデンサCHとCLの相互接続点に接続されている。

【0004】また、コンデンサCHとCLの直列接続回路の両端に平滑コンデンサCDが接続され、この平滑コンデンサCDの両端電圧がインバータ回路50に供給されるようになっている。

【0005】ここで、インバータ回路50に接続される負荷が約1.8KWであるとする、リアクトル $L_{in}$ としてインダクタンスが6.2mHのものが、倍電圧用コンデンサCH、CLとしてキャパシタンスが360 $\mu$ Fのものが、平滑コンデンサCDとしてキャパシタンスが1600 $\mu$ Fのものがそれぞれ用いられる。

【0006】そして、交流電源 $V_{in}$ の正の半サイクルにおいてはダイオードDHを介してコンデンサCHが充電され、負の半サイクルにおいてはダイオードDLを介してコンデンサCLが充電される。従って、コンデンサCHの充電電圧とコンデンサCLの充電電圧との和が平滑コンデンサCDに印加され、交流電源 $V_{in}$ の倍電圧がインバータ回路50に供給される。なお、ダイオードD1は充電の初期にコンデンサCHが逆充電されないように放電回路を形成し、同様に、ダイオードD2は充電

の初期にコンデンサCLが逆充電されないように放電回路を形成している。なお、図17に示したダイオードDH、DL、D1、D2、倍電圧用コンデンサCH、CL及び平滑コンデンサCDが本発明の順変換部を構成し、インバータ回路50が逆変換部を構成している。

【0007】かかる電力変換装置を用いて圧縮機駆動電動機を駆動した場合、図18にその電流値で示した電源高調波が発生する。同図はIEC（国際電気標準会議）のクラスEの規格と併せて示したもので、電流 $I(L_{in})$ と $I(IEC)$ とを各周波数成分で比較した場合、 $I(L_{in})$ の第3高調波成分が $I(IEC)$ のそれを上まわっている。この第3高調波成分を低減するには、インダクタンスのより大きいリアクトルを用いることが考えられるが、この場合には装置が大型化するという問題があった。

【0008】また、図17に例示した電力変換装置においては電源力率が約93%と比較的低いため、負荷の増大に応じて交流入力電流が増大し、電流値が予め定めた制限値に到達しやすく、従って、圧縮機の回転数等に制限が加えられることが多かった。

【0009】図19は交流電源電圧を200Vとする空気調和機に使用されるインバータ装置、すなわち、冷凍サイクル駆動用電動機を能力制御するパッシブフィルタ方式の電力変換装置の構成を示す回路図である。同図において、ダイオードD1とD2の直列接続回路の両端にダイオードD3とD4の直列接続回路が並列接続されて周知の全波整流回路が形成されている。このうち、ダイオードD1とD2の相互接続点に交流電源 $V_{in}$ の一端が接続され、ダイオードD3とD4の相互接続点に交流電源 $V_{in}$ の他端が接続されている。そして、ダイオード直列接続回路の両端に力率改善用のコンデンサCPが接続されると共に、リアクトル $L_{in}$ 及び逆流防止ダイオードDBを介して、平滑コンデンサCDが接続され、この平滑コンデンサCDの両端電圧がインバータ回路50に供給されるようになっている。

【0010】図20は図19に示した電力変換装置の1サイクルの電圧、電流波形を示したもので、通電角は110度であっても力率は90%にとどまり、交流電源が100Vクラス電源の場合と比較して、同程度の入力電力であれば当然のことながら交流入力電流が制限値に到達し難いが、力率は100Vクラス電源の場合よりも低く、これを改善するためにはインダクタンスのより大きなリアクトルを用いなければならず、やはり装置の大型化が避けられなかった。

【0011】本発明は上記の課題を解決するためになされたもので、電源力率を向上させると共に、電源高調波をIEC規格に適合、もしくは、十分に近付けることが可能な電力変換装置及びこれを用いた空気調和機を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、リアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、交流電源が100Vクラス電源であり、リアクトルのインダクタンスが4～8mHで、順変換部が倍電圧整流回路及び600～1000 $\mu$ Fの容量を持った倍電圧用コンデンサを含み、かつ、入力電力が2000W以下であるとき、制御部は1.5～3.5msecの範囲で交流電源を短絡通電させることを特徴とする電力変換装置である。

【0013】請求項2に係る発明は、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、リアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、交流電源が200Vクラス電源であり、リアクトルのインダクタンスが8～20mHで、順変換部は全波整流回路及び1400～1800 $\mu$ Fの容量を持った平滑コンデンサを含み、かつ、入力電力が2000W以下であるとき、制御部は1.5～3.5msecの範囲で交流電源を短絡通電させることを特徴とする電力変換装置である。

【0014】請求項3に係る発明は、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、リアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、交流電源が200Vクラス電源であり、入力電力が2000～4000Wであるとき、リアクトルとして14～20mHのものを選択して用いることを特徴とする電力変換装置である。

【0015】請求項4に係る発明は、請求項3に記載の電力変換装置において、リアクトルとして16mHのものをを用い、制御部は入力電力が2000Wのとき約2.0～2.5msecの範囲で交流電源を短絡通電させ、入力電力が4000Wのとき3.0～3.5msecの範囲で交流電源を短絡通電させ、入力電力が2000～4000Wの途中の値ではこれらの短絡通電時間を直線補間した時間だけ交流電源を短絡通電させることを特徴とするものである。

【0016】請求項5に係る発明は、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、変換された直流電圧を交流電圧に変換して負

荷に供給する逆変換部と、順変換部の電源側に直列に接続されたリアクトルと、リアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、を備え、リアクトルとして、直列接続時の合成インダクタンスが所定値になるように、形状、インダクタンス及び固有振動数のうち、少なくとも一つが実質的に等しい複数のリアクトルを用いたことを特徴とする電力変換装置である。

【0017】請求項6に係る発明は、請求項5に記載の電力変換装置において、交流電源が200Vクラス電源であり、入力電力が2000～4000Wであるとき、複数のリアクトルの合成インダクタンスが14～20mHであるものを選択して用いることを特徴とするものである。

【0018】請求項7に係る発明は、請求項5又は6に記載の電力変換装置において、インダクタンス及び固有振動数が実質的に等しい第1のリアクトル及び第2のリアクトルを用い、交流電源に順変換部を接続する一方の電源経路に第1のリアクトルを接続し、交流電源に順変換部を接続する他方の電源経路に第2のリアクトルを接続したことを特徴とするものである。

【0019】請求項8に係る発明は、請求項1乃至7のいずれかに記載の電力変換装置において、昇圧回路により所定時間短絡させた後に所定時間よりも短い時間だけ再度短絡することを特徴とするものである。

【0020】請求項9に係る発明は、請求項1乃至8のいずれかに記載の電力変換装置を用いて、冷凍サイクルを形成する圧縮機を駆動することを特徴とする空気調和機である。

【0021】請求項10に係る発明は、請求項8に記載の空気調和機において、運転停止時に、昇圧回路の短絡通電動作を停止した後に、圧縮機を停止させることを特徴とするものである。

【0022】請求項11に係る発明は、請求項9又は10に記載の空気調和機において、入力電流を検出する電流検出手段を備え、制御部は入力電流が予め定めた制限値を超えたとき圧縮機を駆動する電源周波数を低下させると共に、制限値よりも電流の小さい側に制限値を上限とする周波数を一定に保持する区間を設けたことを特徴とするものである。

【0023】請求項12に係る発明は、請求項11に記載の空気調和機において、周波数を一定に保持する区間の下限が、周波数一定制御の開始点であり、かつ、解除点であることを特徴とするものである。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明を好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係る電力変換装置の第1の実施形態の構成を示す回路図である。図中、従来装置を示す図17と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、交流電源V i

nの一端に接続されたリアクトルL<sub>in</sub>の負荷端と交流電源V<sub>in</sub>の他端との間に昇圧回路30が接続され、マイクロコントロールユニット(MCU)を含んで構成される制御装置としての室外制御部20が、交流電源V<sub>in</sub>のゼロクロス点の検出と、昇圧回路30及びインバータ回路50を制御する構成になっている。

【0025】ここで、昇圧回路30はブリッジ接続された4個のダイオードと、一つのIGBTとでなり、4個のダイオードは全波整流回路を構成し、その交流入力端がリアクトルL<sub>in</sub>から見て負荷側の電源線間に接続され、全波整流回路の直流出力端にIGBTが接続されている。したがって、室外制御部20がIGBTをターンオンさせると、交流電源V<sub>in</sub>はリアクトルL<sub>in</sub>を介して短絡されてエネルギーが蓄えられ、室外制御部20がIGBTをターンオフさせるとリアクトルL<sub>in</sub>に蓄えられたエネルギーが倍電圧用コンデンサCH、CLに移動する。

【0026】この場合、ゼロクロス点から所定の時間だけ短絡通電させると電流波形の通電角が広げられ、力率は向上する。なお、この実施形態ではリアクトルL<sub>in</sub>のインダクタンスを6mH、倍電圧用コンデンサCH、CLの容量を1000μF、平滑コンデンサCDの容量を1600μFとしている。

【0027】図2はかかる力率改善のための短絡通電を行った場合の電源電圧波形71に対応する電流波形73を、昇圧回路を持たない場合の電流波形72と併せて示した波形図である。すなわち、交流電源V<sub>in</sub>の交流電圧が正弦波を有するものとし、そのゼロクロス点からある一定時間(以下、短絡通電時間という)Xだけ昇圧力パルス81を加えることにより、リアクトルL<sub>in</sub>を介して交流電源V<sub>in</sub>を短絡すると、電流波形を完全な正弦波にすることは不可能であるが従来流れていなかったゼロクロス点直後の位相区間にも電流が流れるようになるので、電源電流の通電角が110度から160度に広がり、電源電流の利用効率が向上することになって力率は改善される。短絡通電時間は電流波形を整えるという意味で、負荷もしくは入力電力に応じて適切な値を選ぶが、後述するように、入力電力が1000Wのとき約2msec、4000Wで約3.3msecでその途中の入力電力ではこれらの時間を直線補間した値を用いるものとする。なお、これらの昇圧パルス81によって短絡通電させるとリアクトルから「ジー」というような不快な騒音が発生するので、これを防止するために昇圧パルス81に続いて騒音低減パルス82を昇圧回路30に加えている。

【0028】図3は入力電力が2000Wである場合に、インダクタンスの異なるリアクトルを順次切替接続した場合の力率の変化を示したもので、1mHで約94%、4mHで約98%、6mHで99%、8mHで約98.5%になっており、特に、6mHで最高値になって

いる。この実験結果から、入力電力が例えば2000Wで、力率を98%以上にするためにはインダクタンスが4mH以上のリアクトルを用いる必要があり、力率角を最大にするという観点ではインダクタンスが6mHのリアクトルを採用すれば良いことが分かる。

【0029】しかして、交流電源が100Vクラス電源(100V~120V)で、これを倍電圧整流回路で整流し、1600μF程度の平滑コンデンサで平滑し、さらに、入力電力が2000W以下の状態で、電源力率を、例えば、98%以上に保持するには、インダクタンスが4~8mHのリアクトル、キャパシタンスが600~1400μFの倍電圧用コンデンサを用い、短絡通電の時間を1.5~3.5msecとする必要がある。なお、説明を省略するが、これらの回路定数を採用した場合、IECクラスEの限度値に適合することが計算によって確認されている。

【0030】かくして、第1の実施形態によれば、電源力率を向上させると共に、電源高調波をIEC規格に適合させることが可能な電力変換装置が得られる。

【0031】図4は本発明に係る電力変換装置の第2の実施形態の構成を示す回路図である。この実施形態は交流電源が200Vクラス電源(200V~240V)であることを前提とした構成例で、図中、従来装置を示す図19と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、交流電源V<sub>in</sub>とダイオードD1~D4をブリッジ接続してなる全波整流回路の交流端子との間に、電源電圧が100Vである場合と同様に、リアクトルL<sub>in</sub>を接続し、さらに、リアクトルL<sub>in</sub>の負荷側の端子間に昇圧回路30の交流入力端を接続し、この昇圧回路30の直流出力端にIGBTが接続されている。また、マイクロコントロールユニット(MCU)を含んで構成される室外制御部20が、交流電源V<sub>in</sub>のゼロクロス点の検出と、昇圧回路30のIGBT及びインバータ回路50を制御する構成になっている。

【0032】この図4に示した電力変換装置は、負荷すなわち入力電力が大きいものを対象としているため、時間と電流との関係をシミュレーションすると図5に示すようになる。すなわち、昇圧回路30を動作させると入力電力の増大に応じて電流のピーク値が増加し、電源電圧が2倍になるため電流波形が急勾配となる。この場合の力率は94%でその上限が90%であった従来装置と比較して力率改善効果があるものの依然として低かった。

【0033】そこで、リアクトルL<sub>in</sub>のインダクタンスの値を種々に変化させてそれぞれ時間と電流との関係をシミュレーション後、実験確認すると図6に示すような結果が得られた。すなわち、リアクトルL<sub>in</sub>の値をL<sub>1</sub><L<sub>2</sub><L<sub>3</sub>の順に変化させると電流のピーク値、及び時間変化率が減少すると同時に、通電角もT<sub>1</sub><T<sub>2</sub><T<sub>3</sub>の順に広がるため力率も向上することが分かっ

た。

【0034】図7はインダクタンスの異なる数種類のリアクトルを用いて測定した結果であり、入力電力をパラメータとして、リアクトル $L_{in}$ のインダクタンスと力率との関係を示したものである。同図において、入力電力が2000Wの場合、リアクトル $L_{in}$ のインダクタンスを6mHから20mHまでの代表的な値でそれぞれ力率を測定すると約92.4%から98.8%まで変化し、特に、リアクトル $L_{in}$ のインダクタンスを16mHとしたとき最大力率99%に到達した。また、力率98%以上とするにはリアクトル $L_{in}$ を14mH～20mHとする必要がある。さらに、入力電力が3000Wの場合、リアクトル $L_{in}$ のインダクタンスを6mHから20mHまでの代表的な値でそれぞれ力率を測定すると約88.5%から98.8%まで変化し、リアクトル $L_{in}$ としてインダクタンスが14～20mHのものをを用いることによって、力率を98%以上に保持できる。\*

$$X = 0.0005 \times P_{IN} + 1.41$$

この近似式から1000W以下、3000W以上の入力電力に対する昇圧パルス幅 $X$ を決定することができる。20

【0037】なお、この近似式は電源が100Vクラス電源である場合にも適用できることが実験等によって確認されており、例えば、2000Wで2.41msec、400Wで1.61msecの計算値が得られる。実際上は、これらの計算値に対してある程度の幅を持たせ得ることを考慮すれば、2000W以下の入力電力に対して約1.5～3.5msecの昇圧パルス幅を採用することが実用的と考えられる。

【0038】図10は図4の実施形態（200Vクラス電源）における入力電力と、直流電圧及び力率との関係を示した線図である。同図から明らかなように、各入力電力で力率が最大となるときの直流電圧は260Vではば一定となる。これは逆に直流電圧が260Vとなるように昇圧パルス幅 $X$ を制御すれば最大力率を確保できるということである。また、入力電力の低下に伴い力率が悪化しているが、これは入力電力2600Wでの力率を重視して計算を行ったためで、リアクトルの定数を変更することによってその改善も可能である。30

【0039】以上、図4に示した第2の実施形態、すなわち、入力電源電圧が200Vで、順変換部として全波整流回路を用いると共に、平滑コンデンサとして1600μFを用いた場合の入力電力、昇圧パルス幅、直流電圧及び力率の関係を説明したが、この第2の実施形態における電源高調波について、以下に説明する。40

【0040】図11に示すように、交流電源電圧が正弦波形を持って変化すると、図19に示した従来の電力変換装置では、その電流はゼロクロス点から所定の時間を経過した時点にて急速に立上がり、その後いったんは減少し、続いて最大値まで増大した後、次のゼロクロス点よりもかなり前の時点にて零になり、次の半サイクルに50

\*【0035】しかして、交流電源が200Vクラス電源でこれを全波整流回路で整流し、1600μF（或いは1400～1800μF）程度の平滑コンデンサで平滑し、さらに、入力電力が2000～4000Wのとき電源力率を98%以上に保持するには、インダクタンスが14～20mHのリアクトルを用い、短絡通電時間を入力電力2000Wのとき約2.0～2.5msec、4000Wのとき3～3.5msecとする必要がある。

【0036】図8は上述した実験結果に基づき、リアクトル $L_{in}$ として16mHのものに固定し、入力電流を1086Wから2673Wまでの間の代表的な値に対する昇圧パルス幅（短絡通電時間） $X$ 、直流電圧及び力率の関係を示した図表である。このうち、入力電力と昇圧パルス幅とは図9に示すような直線的な関係を持たせている。因みに、昇圧パルス幅を $X$ （msec）、入力電力 $P_{IN}$ （W）とするとこれらの間に次式の関係が成立する。

$$\dots (1)$$

て負方向の電流が流れるまで零を維持する。これに対して、昇圧回路を設けて高力率を達成する本実施形態では、従来装置と比較して電流の立上がりがゼロクロス点に近付き、いったん増大した後の電流の低下が僅かで、しかも、次のゼロクロス点に相当に近付いてから零になっている。

【0041】図11に示す電圧電流波形は入力電力が2500Wの場合を示したもので、これらの電流波形をフーリエ解析すると図12に示す高調波解析結果が得られる。これは、電源電圧200V、入力電力2500W時の従来装置及び本実施形態の高調波解析結果と国内緩和値、IECクラスAの限度値と併せて示したものである。この図12から明らかなように、従来装置では国内緩和値にも適合していなかった。しかしながら、本実施形態では従来装置に対して大幅に改善され、国内緩和値から最低4%以上の余裕があることが分かる。今回、解析した実施形態ではIECクラスAの限度値には達していないが、IECの規格自体も現在審議中であるので、今回は特にIEC規格には対応しなかった。しかしながら、上記の回路定数でIECクラスEの限度値に適合することが計算によって確認されている。

【0042】図13は本発明に係る電力変換装置の第3の実施形態の構成を示す回路図及び力率改善制御のパルス波形図である。図中、図4と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この実施形態は図4に示すリアクトル $L_{in}$ として1個のリアクトルに所用のインダクタンス、例えば、14～20mHのインダクタンスを持たせた場合、その形状は大型化し、重量が増大すると共に、振動騒音も大きくなると考えられる。従って、その製造、取扱い、騒音の低減が比較的難しくなる。

【0043】この実施形態はこれらの事情を考慮してな



されたもので、同図(a)に示すように、第1のリアクトル $L_{in1}$ と第2のリアクトル $L_{in2}$ とを直列に接続したものである。これら第1のリアクトル $L_{in1}$ 及び第2のリアクトル $L_{in2}$ は、それぞれ7.5mHのインダクタンスを有し、形状及び固有振動数が実質的に同一のものをを用いている。このように、2個のインダクタンスを直列に接続したものをを用いることによって、製造、取扱いが容易化される。また、同図(b)に示したように、昇圧パルス81の時間幅 $t_1$ はインダクタンスが15mHのリアクトルに対応して決定されるが、騒音低減パルス82の時間幅 $t_2$ はインダクタンスが7.5mHのリアクトルに対応して決定すれば良い。

【0044】なお、第1のリアクトル $L_{in1}$ 及び第2のリアクトル $L_{in2}$ として、インダクタンス、形状及び固有振動数のいずれか一つが同一で、他の二つが異なるものをを用いても、形状、重量の低減効果を損なうものではないが、機器の設計に制約がでたり、騒音低減パルス82の時間幅 $t_2$ をそれぞれのリアクトルに最適な値の中間値を用いなければならなかったりするため、騒音低減の効果が低下することがあり、従って、インダクタンス、形状及び固有振動数の等しいものをを用いることが有利である。

【0045】図14は本発明に係る電力変換装置の第4の実施形態の構成を示す回路図及び力率改善制御のパルス波形図である。図中、図13と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この実施形態は、同図(a)に示すように、ダイオード $D1 \sim D4$ でなる全波整流回路を交流電源 $V_{in}$ に接続する一方の経路に第1のリアクトル $L_{in1}$ を、他方の経路に第2のリアクトル $L_{in2}$ をそれぞれ接続したものである。この場合、同図(b)に示した昇圧パルス81の時間幅 $t_1$ をインダクタンスが15mHのリアクトルに対応して決定し、騒音低減パルス82の時間幅 $t_2$ をインダクタンスが7.5mHのリアクトルに対応して決定する。これによって、製造、取扱い、騒音の低減が容易になる。

【0046】なお、図14に示した第4の実施形態では、同一のインダクタンスを有するリアクトル $L_{in1}$ 及び第2のリアクトル $L_{in2}$ を一对の電源経路に分散配置したので、一般に「コモンモードフィルタ」と称されるラインフィルタの機能をこれらのリアクトルに併せ持たせることができるという利点もある。

【0047】図15は本発明に係る空気調和機の実施形態の全体的な構成を、部分的にブロックで示した回路図である。この空気調和機は室内機と室外機とでなり、室内機を交流電源1に接続する構成になっている。このうち、室内機においては交流電源1からノイズフィルタ2を介して、マイクロコントロールユニットを内蔵する室内制御部10に動作電力を供給するようになっている。室内制御部10にはリモコン装置3からの指令を受信する受信部4、室内温度を検出する温度センサ5、図示省

略の室内熱交換器を通して風を循環させる室内ファン6、吹き出し空気の変えるルーバ7及び運転状態を表示する表示器8が接続されている。

【0048】一方、室外機においては、交流電源1から、ノイズフィルタ11を介して、室外制御部20及び圧縮機駆動電動機60に動作電力を供給するようになっている(図面の簡単化のために室外制御部20に対する給電線を省略する)。この場合、ノイズフィルタ11の負荷側の一方の出力端が、リアクトル12及び電流検出器13を介して、全波整流回路40の一方の交流入力端に接続され、ノイズフィルタ11の負荷側の他方の出力端が全波整流回路40の交流入力端に接続されている。また、電流検出器13の負荷側の交流電源線間に交流電圧のゼロクロス点を検出するゼロクロス検出器14が接続されている。そして、電流検出器13の電流検出信号及びゼロクロス検出器14のゼロクロス検出信号が室外制御部20に加えられる。この室外制御部20は室内制御部10との間で相互に信号を授受する信号線によって接続されている。

【0049】また、電流検出器13の負荷側と全波整流回路40との間の交流電源間に、ベースドライブ電源24及び昇圧回路30が接続されている。ベースドライブ電源24は昇圧回路30をオン、オフ制御するための電源であり、室外制御部20がホトカブラ25の発光素子にオン信号を加えたとき、その受光素子を介して昇圧回路30のIGBTをターンオンさせるようになっている。室外制御部20には、さらに、運転モードに応じて冷媒の循環方向を変える四方弁21、図示省略の室外熱交換器の温度を検出する温度センサ22、室外熱交換器に風を送り込む室外ファン23が接続されている。

【0050】一方、全波整流回路40の出力側に平滑コンデンサ41が接続され、この平滑コンデンサ41の両端電圧がインバータ回路50に供給される。インバータ回路50には圧縮機駆動電動機60が接続されている。

【0051】以上のように構成された空気調和機の実施形態の概略動作について以下に説明する。まず、リモコン装置3から運転開始、運転モード、室内設定温度、室内ファンの風速、風向等の指令が受信部4を介して室内制御部10に加えられる。これに応じて室内制御部10は運転状態等を表示器8に表示し、室内ファン6及びルーバ7の駆動制御を実行すると共に、設定温度と室内温度との偏差に応じて圧縮機駆動電動機60を駆動する電源周波数(以下、圧縮機周波数と言う)を演算し、運転モード信号と併せて圧縮機周波数信号を室外制御部20に送信する。

【0052】室外制御部20は運転モード信号に応じて四方弁21を励磁(又は非励磁)状態とし、圧縮機周波数に従ってインバータ回路50を制御し、室外ファン23を駆動すると共に、温度センサ22の検出信号等によって四方弁21を制御して除霜運転等を行う。また、室

外制御部 20 は電流検出器 13 による電流検出値が予め設定された制限値を超えないように、圧縮機周波数の補正等も行ふ。さらに、室外制御部 20 は電力変換装置を構成するリアクトル 12 を介しての交流電源 1 の短絡通電をも実行する。この場合、室外制御部 20 はゼロクロス検出器 14 によって検出されたゼロクロス点を基準にして、上述した昇圧パルス及び騒音低減パルスをホトカブラ 25 に加える。この際、ベースドライブ電源 24 から昇圧回路 30 を構成する IGBT のオン信号が加えられ、昇圧回路 30 はリアクトル 12 を介して交流電源 1 を短絡させる。

【0053】この結果、電源力率を向上させると共に、電源高調波を IEC 規格に適合、もしくは、十分に近付けることが可能な空気調和機を提供することができる。

【0054】なお、空気調和機の運転を停止させるに際して、運転停止の時点まで昇圧回路 30 を動作させ続けると、運転停止直後に過大な電圧がインバータ回路 50 に加えられ、これを構成する素子を破壊させる虞れがある。そこで、昇圧回路 30 を備えた空気調和機にあっては、運転停止時に、昇圧回路の短絡通電動作を停止した後に、圧縮機を停止させるように制御することとする。

【0055】ところで、交流電源が 100V クラス電源で、これを倍電圧整流回路で整流し、得られた直流電圧をインバータ回路により交流電圧に変換して圧縮機駆動電動機に供給した場合、空調負荷の増大に応じて入力電流が制限値に近付きやすくなる。そこで従来は、図 16 (a) に示すように、入力電流が電流制限値 A を超えるとインバータ回路 50 の出力周波数を低下させていた。また、入力電流が電流制限値よりも小さく設定した解除値 C まで低下すると、周波数に制限を加えない通常運転に復帰する制御をしていた。なお、入力電流が制限値を超えてから解除値に低下するまではインバータ回路 50 の出力周波数を一定に保持していた。

【0056】しかるにこのような制御を実施した場合、入力電流が制限値を超えてからインバータ回路 50 の出力周波数を低下させるため、空調負荷によっては入力電流が制限値 A を超えたり解除値 C 以下に降下したりする動作を繰返すことになり、圧縮機周波数が安定しないことがあった。

【0057】図 15 に示す実施形態においては、図 16 (b) に示すように、入力電流の制限値 A が 15A であったとすると、これより低い 14.5A を周波数一定制御の開始値 B とすると共に、周波数一定制御の解除値 C としている。この場合、入力電流が増加して周波数一定制御の開始値 B を超えるとインバータ回路の出力周波数、すなわち、圧縮機周波数を 70Hz に保持する。そして、圧縮機周波数を 70Hz に保持しても入力電流が制限値 A すなわち 15A を超えたとき、入力電流が 15A 以下に下がるまで圧縮機周波数を徐々に低下させる。さらに、60Hz まで低下させても解除値 C 以下にならな

いときは圧縮機周波数を 60Hz に保持し、60Hz に保持した状態で入力電流が解除値 C に到達した段階で通常運転に復帰する制御を行う。この場合、電流制限値 A と解除値 B 又は C との差を 0.5A としたが、制御の容易性を考慮して 1.0A としても良く、あるいは、1.0A 以下の適当な値を採用することができる。

【0058】かくして、図 16 (b) に示すような制御をすることによって、電流が制限値を超えたり、解除値以下に降下したりする動作の繰返し、すなわち、ハンチングを防ぐ効果も得られる。

【0059】

【発明の効果】以上の説明によって明らかなように、本発明に係る電力変換装置及びこれを用いた空気調和機によれば、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換し、この直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給するに当たり、電源側にアクトルを直列に接続すると共に、このリアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路を設け、この昇圧回路の短絡通電時間を交流電源の電圧、リアクトルのインダクタンス、交流を直流変換する順変換部の回路構成及び入力電力のいずれか一つ又は複数の相違に応じて設定するようにしたので、電源力率を向上させると共に、電源高調波を十分に低減することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る電力変換装置の第 1 の実施形態の構成を示す回路図。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態の動作を説明するための電圧及び電流波形図。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態の動作を説明するために、リアクトルのインダクタンスと力率との関係を示した線図。

【図 4】本発明に係る電力変換装置の第 2 の実施形態の構成を示す回路図。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態の動作を説明するために、時間と電流との関係を示した線図。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態の動作を説明するために、時間と電流との関係を示した線図。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態の動作を説明するために、リアクトルのインダクタンスと力率との関係を示した線図。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態の動作を説明するために、入力電力、昇圧パルス幅及び力率の関係を示した図表。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態の動作を説明するために、入力電力と昇圧パルス幅との関係を示した線図。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態の動作を説明するために、入力電力と直流電圧及び力率との関係を示した線図。

【図 11】本発明の第 2 の実施形態の動作を説明するために、電源電圧に対する入力電流の変化を示した波形

図。

【図12】本発明の第2の実施形態の動作を説明するために、従来装置及び本実施形態の高調波解析結果と国内緩和値、IECクラスAの限度値との関係を示したグラフ。

【図13】本発明に係る電力変換装置の第3の実施形態の構成を示す回路図及び力率改善制御のバルス波形図。

【図14】本発明に係る電力変換装置の第4の実施形態の構成を示す回路図及び力率改善制御のバルス波形図。

【図15】本発明の第2の実施形態に係る電力変換装置を冷凍サイクルを形成する圧縮機の駆動に用いた空気調和機の実施形態の構成を示す回路図。

【図16】本発明に係る空気調和機の実施形態における電流制限制御を説明するための説明図。

【図17】空気調和機に使用される従来の電力変換装置の構成を示す回路図。

【図18】図17に示した電力変換装置を用いて圧縮機を駆動する場合の電源高調波の発生状態をIEC（国際電気標準会議）のクラスEの規格と併せて示した図。

【図19】空気調和機に使用される従来のもう一つの電力変換装置の構成を示す回路図。

【図20】図19に示した電力変換装置を用いて圧縮機を駆動する場合の電源電圧に対する入力電流の変化を示した波形図。

【符号の説明】

\*

\*  $L_{in}$ ,  $L_{in1}$ ,  $L_{in2}$  リアクトル

$D1 \sim D4$  ダイオード

$CH$ ,  $CL$  倍電圧用コンデンサ

$CD$  平滑コンデンサ

3 リモコン装置

4 受信部

5 温度センサ

6 室内ファン

7 ルーバ

8 表示器

10 室内制御部

12 リアクトル

13 電流検出器

14 ゼロクロス検出器

20 室外制御部

21 四方弁

22 温度センサ

23 室外ファン

24 ベースドライブ電源

25 ホトカブラ

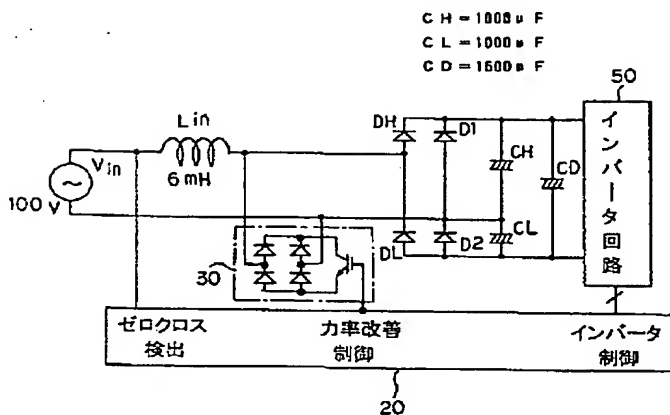
30 昇圧回路

40 全波整流回路

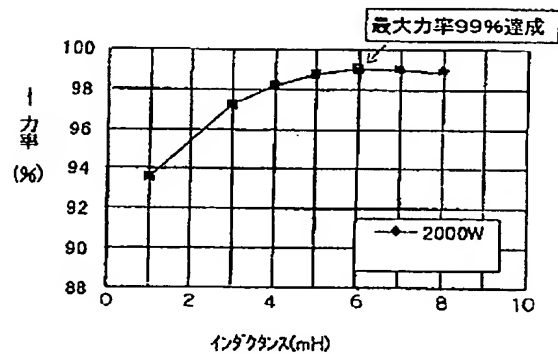
50 インバータ回路

60 圧縮機駆動電動機

【図1】



【図3】

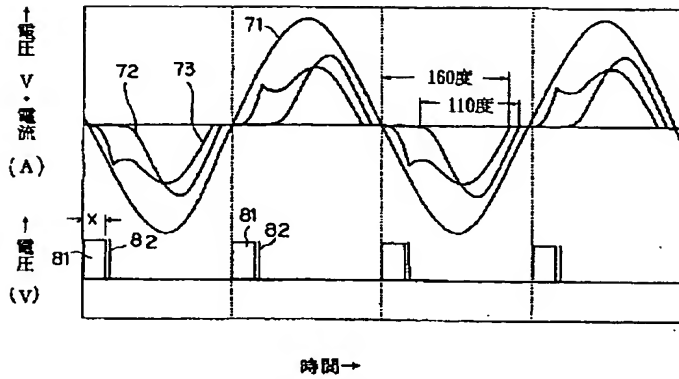


【図8】

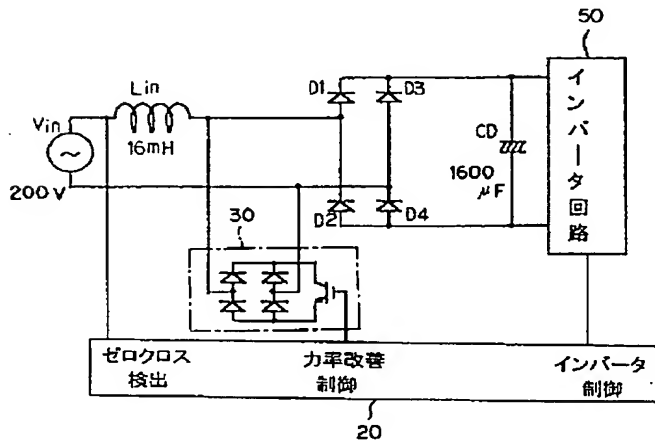
入力電力 (W)	昇圧バルス幅 (ms)	DC電圧 (V)	力率 (%)
1086	1.9	254.7	96.3
1220	2.0	255.5	96.0
1315	2.0	255.7	96.7
1498	2.1	258.2	97.3
1703	2.2	259.8	97.9
1807	2.2	260.9	98.2
1948	2.3	260.2	98.4
2140	2.4	261.0	98.6
2351	2.5	264.1	98.8
2552	2.6	266.9	98.9
2673	2.6	281.6	99.0



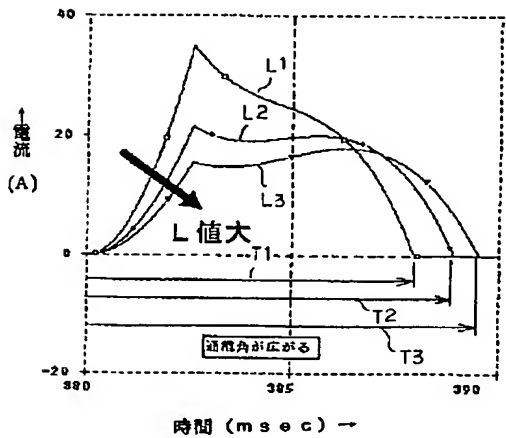
【図2】



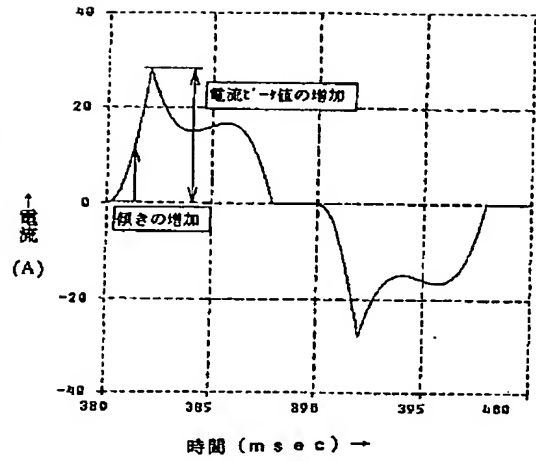
【図4】



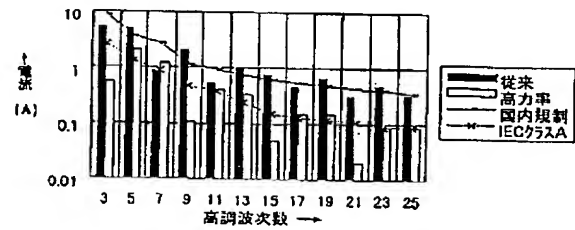
【図6】



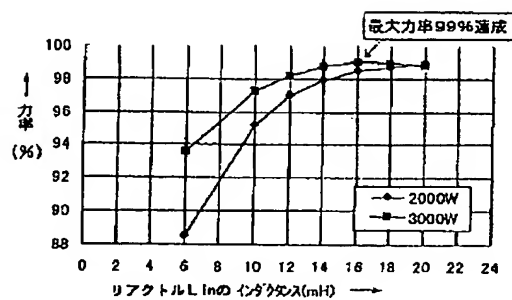
【図5】



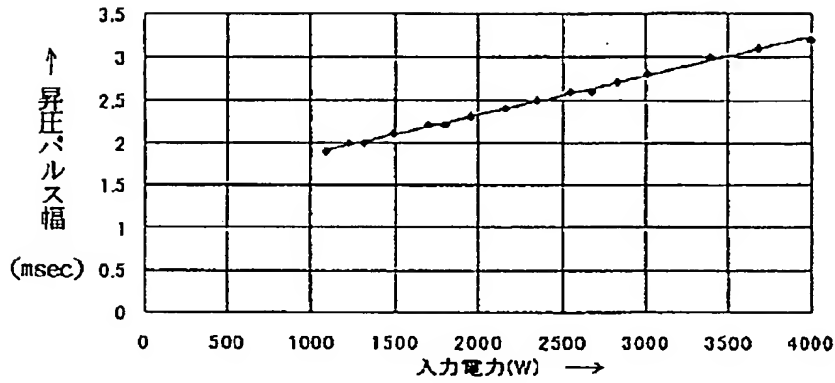
【図12】



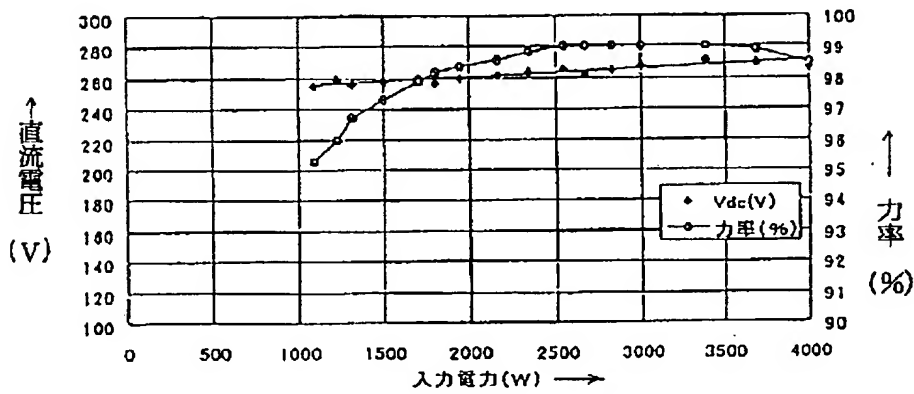
【図7】



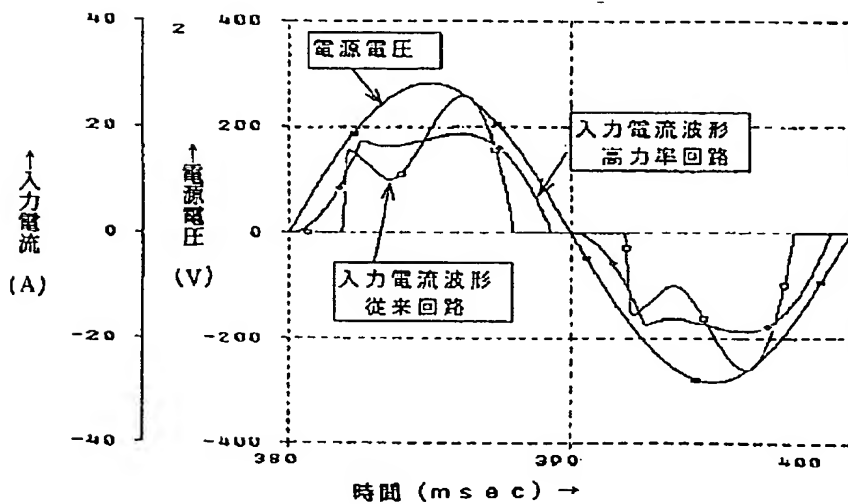
【図9】



【図10】

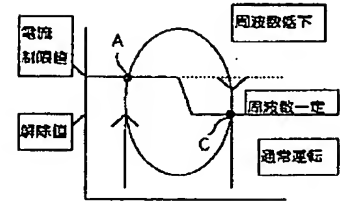


【図11】

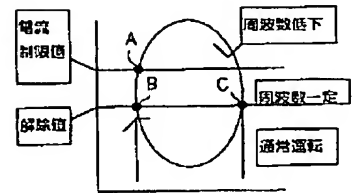


【図16】

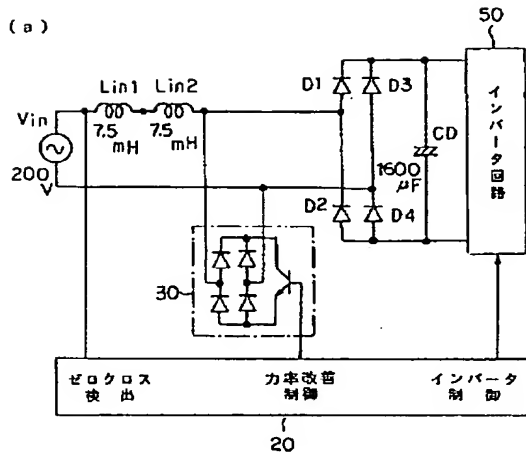
(a)



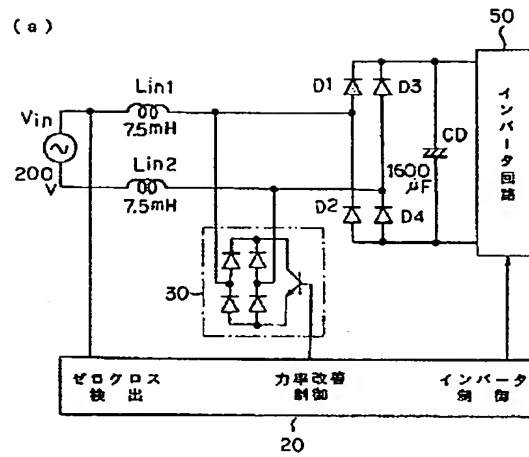
(b)



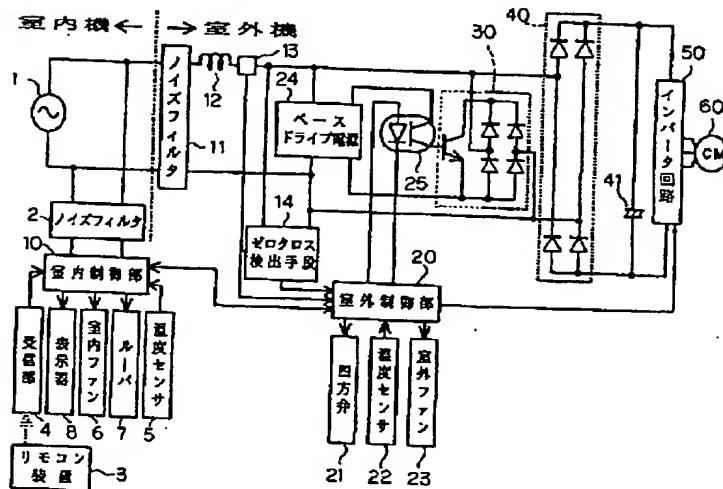
【図13】



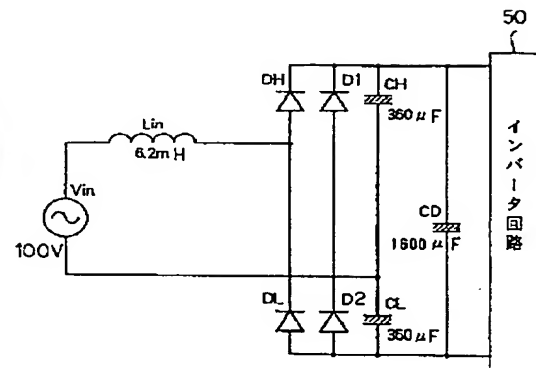
【図14】



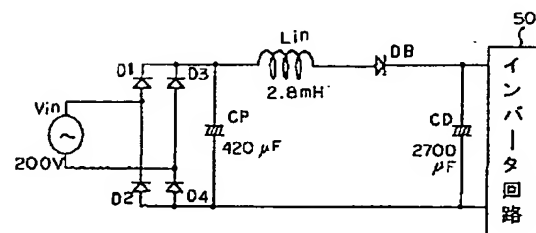
【図15】



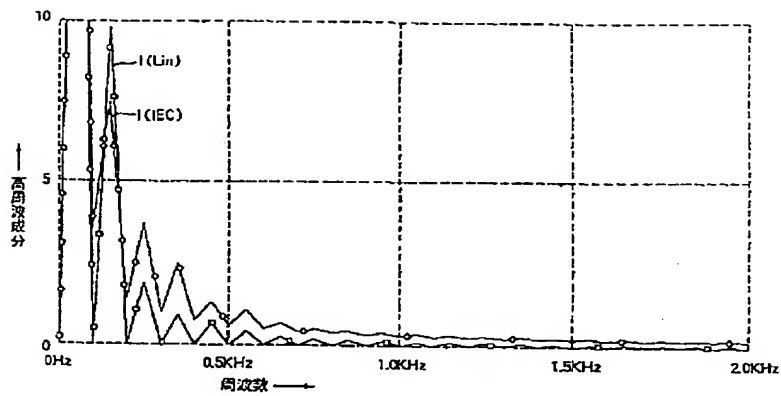
【図17】



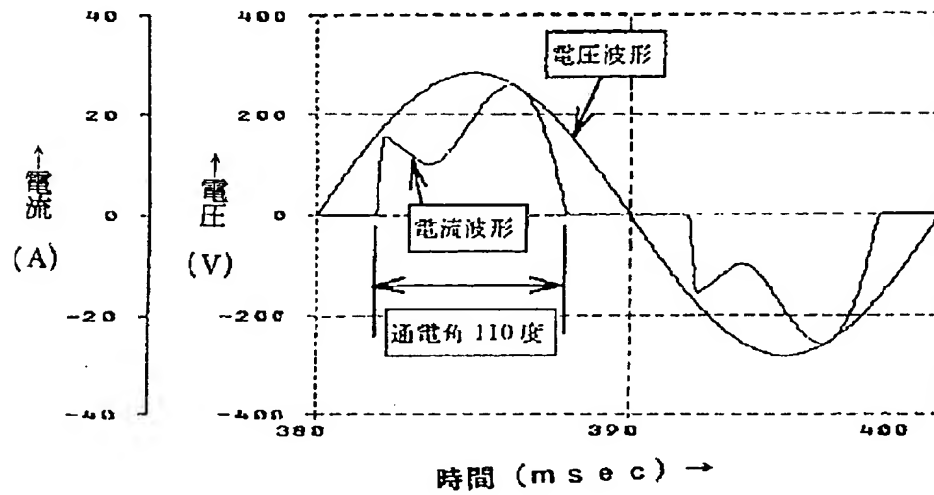
【図19】



【図18】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 哲 司  
静岡県富士市蓼原336 株式会社東芝富士  
工場内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第4区分

【発行日】平成17年8月11日(2005.8.11)

【公開番号】特開平11-164562

【公開日】平成11年6月18日(1999.6.18)

【出願番号】特願平10-153021

【国際特許分類第7版】

H 0 2 M 7/217

F 2 5 B 1/00

H 0 2 M 7/10

H 0 2 M 7/48

【F I】

H 0 2 M 7/217

F 2 5 B 1/00 3 6 1 D

H 0 2 M 7/10 Z

H 0 2 M 7/48 Y

【手続補正書】

【提出日】平成17年1月27日(2005.1.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、  
変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、  
前記順変換部の電源側に直列に接続されたりアクトルと、  
前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、  
前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、  
を備え、  
前記交流電源が100Vクラス電源であり、前記リアクトルのインダクタンスが4～8  
mHで、前記順変換部が倍電圧整流回路及び600～1000 $\mu$ Fの容量を持った倍電圧  
用コンデンサを含み、かつ、前記入力電力が2000W以下であるとき、前記制御部は1  
.5～3.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させることを特徴とする電力変換  
装置。

【請求項2】

交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、  
変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、  
前記順変換部の電源側に直列に接続されたりアクトルと、  
前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、  
前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、  
を備え、  
前記交流電源が200Vクラス電源であり、前記リアクトルのインダクタンスが8～2  
0mHで、前記順変換部は全波整流回路及び1400～1800 $\mu$ Fの容量を持った平滑  
コンデンサを含み、かつ、入力電力が2000W以下であるとき、前記制御部は1.5～  
3.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させることを特徴とする電力変換装置。

【請求項3】

交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、  
変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、  
前記順変換部の電源側に直列に接続されたりアクトルと、  
前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、  
前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、  
を備え、  
前記交流電源が200Vクラス電源であり、入力電力が2000～4000Wであるとき、前記リアクトルとして14～20mHのものを選択して用いることを特徴とする電力変換装置。

【請求項4】

前記リアクトルとして16mHのものをいい、前記制御部は入力電力が2000Wのとき約2.0～2.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させ、入力電力が4000Wのとき3.0～3.5msecの範囲で前記交流電源を短絡通電させ、入力電力が2000～4000Wの途中の値ではこれらの短絡通電時間を直線補間した時間だけ前記交流電源を短絡通電させることを特徴とする請求項3に記載の電力変換装置。

【請求項5】

交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、  
変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、  
前記順変換部の電源側に直列に接続されたりアクトルと、  
前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、  
前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、  
を備え、  
前記リアクトルとして、直列接続時の合成インダクタンスが所定値になるように、形状、インダクタンス及び固有振動数のうち、少なくとも一つが実質的に等しい複数のリアクトルをいい、  
前記交流電源が200Vクラス電源であり、入力電力が2000～4000Wであるとき、前記複数のリアクトルの合成インダクタンスが14～20mHであるものを選択して用いることを特徴とする電力変換装置。

【請求項6】

交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、  
変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、  
前記順変換部の電源側に直列に接続されたりアクトルと、  
前記リアクトルを介して前記交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、  
前記昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、  
を備え、  
前記リアクトルとして、直列接続時の合成インダクタンスが所定値になるように、形状、インダクタンス及び固有振動数のうち、少なくとも一つが実質的に等しい複数のリアクトルをいい、  
インダクタンス及び固有振動数が実質的に等しい第1のリアクトル及び第2のリアクトルをいい、前記交流電源に前記順変換部を接続する一方の電源経路に前記第1のリアクトルを接続し、前記交流電源に前記順変換部を接続する他方の電源経路に前記第2のリアクトルを接続したことを特徴とする電力変換装置。

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれかに記載の電力変換装置を用いて、冷凍サイクルを形成する圧縮機を駆動することを特徴とする空気調和機。

【請求項8】

運転停止時に、前記昇圧回路の短絡通電動作を停止した後に、前記圧縮機を停止させることを特徴とする請求項7に記載の空気調和機。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 6】

請求項5に係る発明は、

交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、

変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、

順変換部の電源側に直列に接続されたりアクトルと、

リアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、

昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、

を備え、

リアクトルとして、直列接続時の合成インダクタンスが所定値になるように、形状、インダクタンス及び固有振動数のうち、少なくとも一つが実質的に等しい複数のリアクトルを用い、

前記交流電源が200Vクラス電源であり、入力電力が2000～4000Wであるとき、複数のリアクトルの合成インダクタンスが14～20mHであるものを選択して用いることを特徴とするものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 8】

請求項6に係る発明は、交流電源から供給される交流電圧を整流、平滑して直流電圧に変換する順変換部と、

変換された直流電圧を交流電圧に変換して負荷に供給する逆変換部と、

順変換部の電源側に直列に接続されたりアクトルと、

リアクトルを介して交流電源を強制的に短絡通電させる昇圧回路と、

昇圧回路の短絡通電時間を変更制御する制御部と、

を備え、

リアクトルとして、直列接続時の合成インダクタンスが所定値になるように、形状、インダクタンス及び固有振動数のうち、少なくとも一つが実質的に等しい複数のリアクトルを用い、

インダクタンス及び固有振動数が実質的に等しい第1のリアクトル及び第2のリアクトルを用い、交流電源に順変換部を接続する一方の電源経路に第1のリアクトルを接続し、交流電源に順変換部を接続する他方の電源経路に第2のリアクトルを接続したことを特徴とするものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 9

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

請求項7に係る発明は、請求項1乃至6のいずれかに記載の電力変換装置を用いて、冷凍サイクルを形成する圧縮機を駆動することを特徴とする空気調和機である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

請求項8に係る発明は、請求項7に記載の空気調和機において、  
運転停止時に、昇圧回路の短絡通電動作を停止した後に、圧縮機を停止させることを特徴とするものである。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】削除

【補正の内容】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**